

(51)Int.Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 C 19/72

F 9402-2F

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 9 頁)

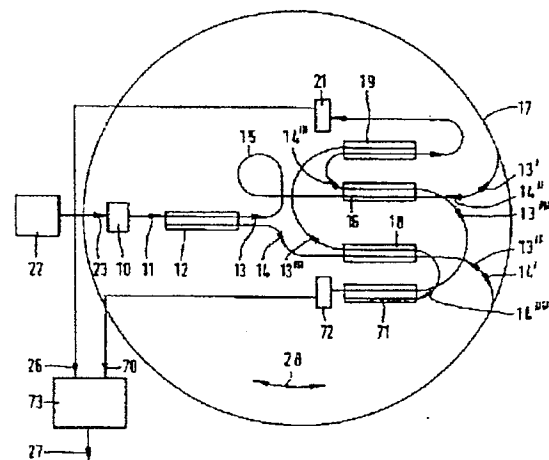
(21)出願番号 特願平5-504820
 (86)(22)出願日 平成4年(1992)8月20日
 (85)翻訳文提出日 平成6年(1994)3月2日
 (86)国際出願番号 PCT/DE92/00695
 (87)国際公開番号 WO93/05364
 (87)国際公開日 平成5年(1993)3月18日
 (31)優先権主張番号 P4129085.2
 (32)優先日 1991年9月2日
 (33)優先権主張国 ドイツ (DE)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M C, NL, SE), J P, US.

(71)出願人 ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシユレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国 D-7000 シュツット
 ガルト 30 ポストファッハ 300220
 (72)発明者 ドラバレク, パーヴェル
 ドイツ連邦共和国 D-7257 ディツィン
 ゲン ミュンヒン ガー シュトラーセ
 44/3
 (74)代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 回転運動に対する光学的センサ

(57)【要約】

回転運動に対する光学的センサが提案される。このセンサは、少なくとも時折、投入接続される半導体レーザ(10)を含む。このレーザの周波数変調されたビーム(11, 50)は2つの部分ビーム(13, 14; 51, 52)へ分割される。部分ビームはそれぞれリング状の光ファイバー装置(17)を互いに反対方向へ走行し、続いて出力結合された信号(13'', 14''; 51'', 52'')として重畳されて光検出器(21)へ導びかれる。光検出器は出力結合(26, 58)を送出する。この信号は所定のヘテロダイン周波数を有し、その基準信号に対する位相は装置(17)の回転レートの測定を可能にする。本発明によるセンサは一体化される光学部材として構成される。全体の光学的ビームは光ファイバーで案内される。本発明によるセンサはファイバージャイロスコープまたは回転レートセンサとして最適である。



1. 回転運動に対する光学的センサであって、該センサは、

レーザビーム源(10)を有し、

レーザ(10)から送出されるビーム(11)を第1および第2部分ビーム(13、14)に分割する手段(12)を有し、

リング状の光ファイバ装置(17)を有し、該装置において第1の部分ビーム(13')が第1の方向へ入力結合され、さらに第2の部分ビーム(14')が第1の方向とは逆の方向へ入力結合され、

さらに光検出器(21)を有し、該光検出器に、前記の装置(17)から出力結合された部分ビーム(13"、14")が導びかれる形式の光学的センサにおいて、

第1のビームカプラー(16)が第1の部分ビーム(13)のビーム路に設けられており、第2のカプラー(18)が第2の部分ビーム(14)のビーム路に設けられており、

第1のカプラー(16)が、前記の装置(17)を走行する第2の出力結合されるべき部分ビーム(14")を出力結合するために設けられており、さらに第2のカプラー(18)が、前記の装置(17)を走行する第1の出力結合されるべき部分ビーム

において、

第1のビームカプラー(16)が第1の部分ビーム(51)のビーム路に設けられており、第2のビームカプラー(18)が第2の部分ビーム(52)のビーム路に設けられており、

第1のカプラー(16)が、前記の装置(17)を走行する第2の出力結合されるべき部分ビーム(52")を出力結合するために設けられており、さらに第2のカプラー(18)が、前記の装置(17)を走行する第1の出力結合されるべき部分ビーム(52")を出力結合するために設けられており、

第1または第2の部分ビーム(51、52、51"、52")に対して光学的遅延素子(15)を設けられており、

第1および第2のカプラー(16、18)の間に光学的短絡路(53)が設けられており、該短絡路は第1の部分ビーム(51)の一部を第1の基準ビーム(51")として第2のカプラー(18)を介して光検出器(21)へ導びき、さらに前記の短絡路は第2の部分ビーム(52)の一部を第2の基準ビーム(52")として第1のカプラー(16)を介して光検出器(21)へ導びき、

変調器(55)が、レーザ(10)から送出されたビーム(50)の周波数を変調するために設けられており、

(13")を出力結合するために設けられており、

第1のまたは第2の部分ビーム(13、14、13"、14"、51、52)に対して光学的遅延素子(15)が設けられており、

レーザ(10)のビーム(11)の周波数を変調するための変調器(22)が設けられており、

さらに位相比較器(25)が設けられており該位相比較器は、変調信号(33)に相応する信号(24)と光検出器(21)から送出された信号との間の位相差を求め、さらに該位相差から前記の装置(17)の回転レートを求めることを特徴とする、回転運動に対する光学的センサ。

2. 回転運動に対する光学的センサであって、該センサは、

レーザビーム源(10)を有し、

レーザ(10)から送出されるビーム(11)を第1および第2部分ビーム(51、52)に分割する手段(12)を有し、

リング状の光ファイバ装置(17)を有し、該装置において第1の部分ビーム(51')が第1の方向へ入力結合され、さらに第2の部分ビーム(52')が第1の方向とは逆の方向へ入力結合され、

さらに光検出器(21)を有し、該光検出器に、前記の装置(17)から出力結合された部分ビーム(51"、52")が導びかれる形式の光学的セン

サにおいて、

レーザ(10)は第1の所定の時間間隔の間は投入接続されており、さらに第2の所定の時間間隔(64)の間は遮断されており、

3. 回転運動に対する光学的センサであって、該センサは、

レーザビーム源(10)を有し、

レーザ(10)から送出されるビーム(11)を第1および第2部分ビーム(13、14)に分割する手段(12)を有し、

リング状の光ファイバ装置(17)を有し、該装置において第1の部分ビーム(13')が第1の方向へ入力結合され、さらに第2の部分ビーム(14')が第1の方向とは逆の方向へ入力結合され、

さらに光検出器(21)を有し、該光検出器に、前記の装置(17)から出力結合された部分ビーム(13"、14")が導びかれる形式の光学的センサにおいて、

第1のビームカプラー(16)が第1の部分ビ

ム(13)のビーム路に設けられており、第2のカブラー(18)が第2の部分ビーム(14)のビーム路に設けられており、

第1のカブラー(15)が、装置(17)を走行する第2の出力結合されるべき部分ビーム(14')を出力増合するために設けられており、第2のカブラー(18)が装置(17)を走行する第1の出力結合されるべき部分ビーム(13')を出力増合するために設けられており、

さらに第1のまたは第2の部分ビーム(13、14)が光学的遅延素子(15)を有しており、

さらに第1のカブラー(16)から第1の部分ビーム(13)の一部を第1の基準ビーム(13'')として出力増合し、第2の部分ビーム(14)の一部を第2の基準ビーム(14'')として出力増合し、

基準ビーム(13'', 14'')が基準-光検出器(72)へ導かれ、

位相比較器(73)が設けられており、該位相比較器は、光検出器(21)からおおよび基準-光検出器(72)から送出される信号(26, 70)との間の位相を求めて、この差から装置(17)の回転レートを測定することとを特徴とする、回転運動に対する光学的センサ。

4. 光学的ビーム(13, 13', 13'', 13''',

13'', 14, 14', 14'', 14''', 14''', 51, 51', 51'', 51''', 51''', 52, 52', 52'', 52''', 52''', 11, 50)を光ファイバーで案内する、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

5. 第3のカブラー(19)が、出力結合されたビーム(13'', 14''; 51'', 52'')を重量するために設けられている、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

6. 第4のカブラー(71)が、第1の基準ビーム(13'')と第2の基準ビーム(14'')とを重量するために設けられている、請求の範囲3から5までのいずれか1項記載のセンサ。

7. 第1の時間間隔(63)と第2の時間間隔(64)とが少なくとも近似的に等しい長さである、請求の範囲1および4から6までのいずれか1項記載の装置。

8. 手段(12)として第4のカブラーが設けられている、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

9. レーザビーム源(10)が半導体レーザである、前記請求の範囲各項記載のうちいずれか1に記載のセンサ。

明 細 書

回転運動に対する光学的センサ

従来技術

本発明は、請求項1、2および3の上位概念に示された回転運動に対する光学的センサに関する。刊行物X. BODIAE und S. SAMUKAWA, "Drift reduction in an optical heterodyne fiber gyro", Applied Optics, Vol. 29, No. 9, 20, 3, 1990, S. 1345-1349にこの種の光学的センサが示されている。この公知のセンサは、ジャイロスコープにおいて用いられるサニヤック(Sagnac)効果にもとづく。レーザダイオードにより発生されるビームは格子およびビームスプリッタにより2つの部分ビームに分割され、続いてリング状に設けられた光ファイバーへ入力結合される。一方の部分ビームはファイバーを時計方向へ走行し、他方の部分ビームは反時計方向へ走行する。ファイバーから出力結合されたビームはビームスプリッタを案内されて音響的・光学的変調器へ入射する。変調器はこれらのビームを重量する。格子および音響的・光学的変調器-それらの回転角は同一である-はビームスプリッタに対称的に配置されている。光検出器は、ファイバーの中を時計方向に回転するビームの回折されない部分を受信する。この場合、ビーム

の周波数は半導体レーザビームの周波数に等しい。さらに光検出器は、ファイバーを反時計方向に回転するビームの回折された部分を受信する。このビームの周波数は、半導体レーザにより発生されたビームから、音響的・光学的変調器により発生された周波数だけ変化されている。光検出器は出力信号として、変化した周波数-ヘテロダイン周波数と称される-を送出する。光ファイバーの案内が、光検出器から送出された信号と、音響的・光学的変調器を閉鎖する信号との間の位相偏移ずれを生ぜさせる。

前記の刊行物の著者の認めていることは、この従来の上記の、回転運動に対する光学的センサは、音響的・光学的変調器の温度ドリフトに起因するゼロ点の安定性に関して、欠点を有することである。そのためこの公知の装置の実施例において、リング状に設けられた光ファイバーに対して光学的短絡路を形成する基準路が設けられる。この短絡路は測定効果に対して影響を与えない。測定シーケンスは2つの時間間隔に分割されている。第1の間隔はリング状に設けられた光ファイバーを通る光ビームの走行時間よりも短かくする必要がある。この第1の間隔において光検出器の出力信号の位相が記憶される。この場合、光学的短絡路を通る両方の部分ビームは実質的に時間の遅延なく走行する。第2の間隔において、リング状の光ファイバーから出力結合された部分ビーム-これはこのファイバー

を進行してしまっただけは、光検出器により受信される。第2の間隔において得られた光検出器信号の位相と、第1の間隔において得られた光検出器信号の位相とを比較することにより、測定結果が求められる。

本発明の課題は、簡単な手段で実現できる、回転運動に対する光学的センサを提供することである。

この課題は請求の範囲1、2および3の特徴部分に示された構成により解決されている。

発明の効果

本発明によるセンサの第1の実施例によれば第1のビームカプラーが、リング状の光ファイバーを走行する第2の部分ビームを出力結合するために、およびこのファイバーの中へ入力結合されるべき部分ビームを案内するために設けられており、ならびに第2のカプラーが、リング状の光ファイバーを走行する第1の部分ビームを出力結合するために、およびファイバーの中へ入力結合されるべき第2の部分ビームを案内するために設けられている。出力結合されたこれらの部分ビームは重畳されて光検出器へ導かれる。簡単に述べれば、光検出器から送出される信号は、両方の出力結合されたビームが次のような周波数差を有する時に、得られる。この周波数差は、両方の出力結合されたビームが重畳される場合に例えばキリョーまたはMHz範囲に存在する差周波数を形成させる。この周波数差はレーザビーム間の周波数の変動によりおよび

カプラーと第2のカプラーとの間にビーム路が設けられており、このビーム路が第1の部分ビームを第2のカプラーを介して、および第2の部分ビームを第1のカプラーを介して光検出器へ導く。このビーム路は冒頭に述べた公知技術において設けられている基準路に相応する。しかしこの別の構成ならびにビーム案内は互いに著しく異なる。この実施例の場合は、レーザのビーム周波数を変動する変調器ならびに光学的遅延素子が、両方の部分ビームの一方の中に設けられている。周波数変動のほかにレーザの別の作動形式が設けられている。この場合レーザは第1の所定の時間中は投入接続されており、さらに第2の所定の時間中は遮断されている。設けられている位相比較器は、第1の時間中に光検出器から送出される信号と、第2の時間中に送出される信号との間の位相差を求める。

この実施例が第1の実施例よりも優れている点は、位相差の検出の場合、光検出器から送出される信号だけが使用されることにある。光の区間へ作用することのある障害の影響は結果に影響を与えない。

本発明によるセンサの第3の実施例によれば、第1のカプラーから第1の部分ビームの一部が第1の基準ビームとして出力結合され、第2のカプラーから第2の部分ビームの一部が第2の基準ビームとして出力結合される。両方の基準ビームは基準光検出器へ導かれる。位相比較器が設けられる。この位相比較器は

、両方の部分ビームの一方における光学的遅延素子の使用により得られる。位相比較器は、レーザビーム間の変動信号に相応する信号と、光検出器から送出される信号との間の位相差を求める。この位相差からセンサ全体の回転速度が求められる。

本発明によるセンサの重要な利点は、市販の光ファイバー部品で間に合う簡単な構成にある。これによりセンサ全体が著しく小型にかつコスト的に有利に構成できる。さらに著しく有利に、発生される光ビームが光ファイバーの中だけを案内できる。この構成により自由空間を走行するビームへ作用することのある障害の影響を回避できる。

前述の利点は本発明のセンサの別の実施例に対しても同様に当てはまる。

本発明による回転運動に対する光学的センサはファイバージャイロスコープとして各種の使用に適する。特に適しているのはこのセンサは、例えば車両において運転用油圧装置の調整のための回転レートセンサとして適している。一体化された光学装置の部材を有する構成ならびに機械的に可動な構成を用いることのないコンパクトな構成が、本発明による光学的センサを、部分的には乱暴な周囲条件にさらされることのあるあらゆる種類の機器の車両の中に組み込むために適している。

本発明のセンサの第2の実施例においては、第1の

、光検出器から送出される信号と、基準光検出器から送出される信号との間の位相差を求める。

この実施例の利点は、両方の光検出器から連続的に信号が取り出せて、その位相差を位相比較器により求められる点にある。レーザの間欠的な作動は行なわれない。

本発明による光学的センサの有利な発展形態および改善は従属形式の請求の範囲に示されている。

全体の光学的構成は有利に光ファイバー技術で実現できる。そのため周囲の影響による種々の光線の障害が実質的に回避される。さらにこの構成によりセンサの構造が広い範囲において任意に設定可能となる。

両方の出力結合される部分ビームを混合するために第3のビームカプラーが有利に用いられる。そのため両方の部分ビームの重畳により直接、光検出器において必要とされることのある調整作業は省略される。この第3の実施例において同じ理由により、両方の基準ビームを重畳する第4のカプラーの使用は有利である。

レーザの投入接続されている時間と遮断されている時間を等しく設定することにより、著しく高い測定速度が得られる。

本発明による回転運動に対する光学的センサの別の有利な発展形態および改善が、以下の説明と別の従属形式の請求項により示されている。

図面

第1図は回転運動のための本発明による光学的センサの実施例、第2図および第3図は、光ビームの周波数を時間に対して示したダイヤグラム図を示す。第4図は回転運動に対する本発明による光学的センサの別の実施例を示す。第5図は、その上側部分にレーザの投入後維持時間と休止時間との関係を示し、その下側部分に光ビームの周波数と時間との関係を示す。第6図は回転運動に対する本発明による別の実施例を示す。

第1図はレーザビーム源10を示す。レーザビーム源はこのビームを手段12へ送出する。この手段はこのビーム11を第1の部分ビーム13と第2の部分ビーム14へ分割する。

第1の部分ビーム13は光学的遅延素子15を介して第1のカプラー16へ送る。この第1のカプラーを第1の部分ビームは、リング状の光ファイバ装置17の中へ入力結合されるべき第1のビーム13'として出てゆく。装置17を通過した後は第1の部分ビーム13、13'は第1の出力結合されるべきビーム13''として第2のカプラー18へ導びかれる。このカプラー18をビーム13''は、第1の出力結合されたビーム13'''として出てゆく。第1の出力結合されたビーム13'''は第3のカプラー19を通過した後に出カビーム20として光検出器21へ送る。

第3図は、第1の入力結合されるべきビーム13'および第2の入力結合されるべき14'が有する周波数40と時間41との間の関数関係を示す。第1の入力結合曲線経過42は第2の入力結合されるべきビーム14'の曲線経過に相応し、曲線経過43は第1の入力結合されるべきビーム13'の曲線経過に相応する。曲線経過42、43は時間間隔44だけ互いに偏移されており、そのため周波数のずれ45を有する。第3図に示されている時間間隔46は、第2図に示されている間隔33に相応する。

第1図に示されている、回転運動用の光学的センサの動作を、第2図および第3図に示されている関数関係を用いて説明する。

本発明による回転運動のための光学的センサはリング状の光ファイバ装置17の回転レートを測定する、したがってセンサ全体の、両方の旋回方向28のうちの一方への回転レートを測定する。基準角度からの角度位置の絶対値ならびに角加速度または他の特性値は回転レートから導出される。装置17における光ビームの進行時間の変化—これは旋回運動にもとづいて進行路伸長の結果として現われる—が利用される。装置17の例えば時計方向への旋回の際に実効的な進行路は、即ち装置17において入力結合されるべきビーム13'により経過されるべき進行路は、短縮される。他方、同時に、入力結合されるべきビーム14'の

第2の部分ビーム14は第2のカプラー18を通過後に第2の、リング状の光ファイバ装置17の中へ入力結合されるべきビーム14'になる。第2の入力結合されるべきビーム14'は、第1の入力結合されるべきビーム13'とは異なり、装置17の逆の方向へ入力結合される。入力結合されるべき第2のビーム14'は通過後に装置を第2の出力結合されるべきビーム14''として出て行き、第1のカプラー16へ送る。第1のカプラー16は第2の出力結合されるべきビーム14'''として第3のカプラー19へ導びかれる。第3のカプラーはビーム14'''を第1の出力結合されたビーム13'''として出力ビーム20となるように重畳する。

レーザ10は変調器22により変調信号23で制御される。さらに変調器22は、変調信号23に相応する信号24を位相比較器25へ送出する。位相比較器へさらに光検出器21の出力信号26が導びかれる。位相比較器25の出力側27から、センサの回転レートに対する尺度である信号が取り出される。センサの旋回は、第1図には図示されていない中心点に関する。両方の旋回方向は数字28で記入されている。

図2は、レーザ10から送出されるビーム11の周波数30と時間31との間の関数関係を示す。変調信号23により前もって与えられている最大周波数差32は時間間隔33の以内で生ずる。

進行路は伸長される。両方の出力結合されたビーム13'''、14'''の重畳後に、合成ビームはゼロと最大値との間で変化する。光検出器21から送出される出力信号26のレベルの絶対値を評価しなければならない。そのため、入力結合されるべきビーム13'、14'が所定の周波数差を有する場合のヘテロダイン測定法が用いられる。この手段により次のことが達成される。即ち装置17の休止の際も光検出器21に、ヘテロダイン周波数に相応する周波数を有する出力信号26が得られる。この場合、回転レートを測定する目的で、この出力信号26と変調信号23に相応する信号24との間の位相差だけが、位相比較器25において評価される。

変調器22から送出される変調信号23は、レーザ10から送出されるビーム11の周波数を変調する。レーザ10は例えば電流により変調可能な半導体レーザである。時間に依存する、ビーム11の周波数経過は第2図に示されている。周波数の変調の幅は、時間間隔33—変調周期に相応する—の間中に生ずる最大周波数差32に相応する。前もって与えられるべき周波数差32は、第1の部分ビーム13のビーム路の中にまたは第2の部分ビーム14のビーム路の中に設けられている光学的遅延素子15に関連づけて定められる。遅延時間素子15は光ファイバ装置で例えば光学的迂回路として実装されている。迂回路15は、第

3 図に示されている部分ビーム 1 3、1 3'、1 3"、1 3'''、1 4、1 4'、1 4"、1 4''' の間の周波数偏移を生ぜさせる。時間間隔 4 4 は、迂回路 1 5 における光学的ビームの走行時間に相当する。各々の時間において与えられている、生ずる周波数差は第 3 図に周波数偏移 4 5 により記入されている。間隔 4 4 は間隔 3 3、4 6 に比較して、誇張して長く記入されている。間隔 4 4 は例えばナノ秒の範囲にあり、これはメー範囲にある迂回路 1 5 に相当する。始力、間隔 3 3、4 6 は例えばミリ秒の範囲にある。周波数偏移 4 5 は、最大の交差周波数幅 3 2 を時間間隔 3 3、4 6 で除算しさらに迂回路 1 5 の走行時間を乗算することにより得られる。周波数偏移 4 5 は例えば KHz 範囲または MHz 範囲におかれる。

装置 1 7 の装置は出力信号 2 6 の位相の変化を生ぜさせる。出力信号 2 6 の位相と、基準信号の位相との比較により回転レートが測定できる。基準信号は変調器 2 2 から導出される。変調器は、変調信号 2 3 に相応する信号 2 4 を送出する。この信号 2 4 は例えば、時間間隔 3 3、4 6 に相応する周期を有する。変調信号 2 3 に相応する信号 2 4 は、装置 1 7 の休止の際は出力信号 2 6 に対して固定の位相関係を有する。信号 2 4、2 6 の位相の直接的比較は一般的にはできない。比較器 2 5 は、理論的にまたは経験的に求められる所定の補正係数を用いて、差を求める。その出力側 2

3 が設けられている。第 1 のカプラー 1 6 は第 1 の部分ビーム 5 1 の一部を第 1 の基準ビーム 5 1' として出力結合する。この第 1 の基準ビームは第 2 のカプラー 1 8 へ導びかれる。第 2 のカプラー 1 8 は第 2 の部分ビーム 5 2 から一部を第 2 の基準ビーム 5 2' として出力結合し、これを第 1 のカプラー 1 6 へ導びく。第 1 のカプラー 1 6 から第 1 のビーム 5 1' が出力結合され、第 2 のカプラー 1 8 から第 2 のビーム 5 2' が出力結合される。出力結合されたビーム 5 1'、5 2' は、時間順序においてそれぞれ第 1 の出力結合されたビーム 5 1' と第 2 の出力結合されたビーム 5 2' に、ならびに第 1 の基準ビーム 5 1' と第 2 の基準ビーム 5 2' に相応する。時間的な関係を次に第 5 図に示された関数関係を用いて説明する。レーザ 1 0 のビーム 5 0 は変調信号 5 4 により、投入接続も遮断もされて周波数変調される。変調信号 5 4 は変調器 5 5 により準備処理される。変調器はもう 1 つの制御信号 5 6 を位相比較器 5 7 へ送出する。位相比較器 5 7 は制御信号 5 6 に依存して、時間順序において現われる出力信号 5 8 - これは光検出器 2 1 において現われる - の間の位相関係を求める。

第 5 図の上側部分にレーザ 1 0 の作動時間 5 9 と作動休止 6 0 との間の関数関係が時間 6 1 に依存して示されている。第 5 図の下側部分に、レーザ 1 0 から送出されたビーム 5 0 の周波数 6 2 と時間との関係が記

7 に信号が送出される。この信号はリング状の光ファイバー装置 1 7 の回転レートに対する、したがってセンサ全体の回転レートに対する尺度である。

第 4 図は回転運動のための本発明による光学的センサの別の実施例を示す。第 1 図に示された部分と一致する部分は、第 1 図と同じ参照数字を有する。第 4 図に示されているセンサの機能と第 1 図に示されているセンサの機能との第 1 の重要な相違点は、レーザ 1 0 が連続的なビームを送出しない点にある。そのためレーザ 1 0 から送出されるビームは第 4 図に参照数字 5 0 で示されている。ビーム 5 0 は第 1 のおよび第 2 の部分ビーム 5 1、5 2 へ分割される。第 1 の部分ビーム 5 1 は迂回路 1 5 および第 1 のカプラー 1 6 を通過後に、入力結合されるべきビーム 5 1' として装置 1 7 の中へ導する。第 2 の部分ビーム 5 2 はカプラー 1 8 を通過後に、第 2 の入力結合されるべきビーム 5 2' になる。両方の入力結合されるべきビーム 5 1'、5 2' は互いに逆方向に装置 1 7 の中を走行する。第 1 の入力結合されるべきビーム 5 1' は装置 1 7 を通過後に第 1 の出力結合されるべきビーム 5 1' として第 2 のカプラー 1 8 へ導びかれる。第 2 の出力結合されるべきビーム 5 2' も装置 1 7 を通過後に、第 2 の入力結合されるべきビーム 5 2' として第 1 のカプラー 1 6 へ導びかれる。

両方のカプラー 1 6、1 8 の間に光学的な短絡路 5

入されている。第 5 図の上側および下側部分は同じ時間目盛にもとづく。最大の周波数差 6 5 が記入されており、その値は第 2 図に示されている周波数差 3 2 に相当させることができる。周波数変調は、レーザ 1 0 の作動時間 5 9 に相応する第 1 の時間間隔 6 3 の間に行なわれる。第 1 の時間間隔 6 3 の後に存在する、周波数変化の別の経過は問題とはならない、何故ならばこれに続く時間間隔 6 4 においてはレーザ 1 0 の作動休止 6 0 が存在するからである。

第 4 図に示されたセンサを第 5 図に示された関数関係と関連づけて説明する。

変調器 5 5 は変調信号 5 4 をレーザ 1 0 へ送出する。この変調信号はレーザを、作動休止 6 0 が後続する作動時間 5 9 の間、投入接続する。作動時間の間中、変調信号 5 4 を介して、レーザ 1 0 から送出されたビーム 5 0 の周波数は変調される。この場合、最大の周波数差 6 5 は、光検出器 2 1 において所定のヘテロダイン周波数を得る目的で、迂回路 1 5 と関連づけて設定される。第 5 図の下側部分に示された、少なくとも近似的に直線的な、周波数 6 2 の上昇が、この時間中に一定のヘテロダイン周波数を光検出器 2 1 に生ぜさせる。直線的な上昇ではなく、任意の別の経過を前もって与えることも可能であり、この場合はヘテロダイン周波数が時間的に変化する。第 1 の時間間隔 6 3 は第 2 図に示されている間隔 3 3 に比較して著しく短かい

。第1の時間間隔63は好適に次のように設定されている。即ち第1の間隔63の間中に、出力結合されるべきビーム51'、52'がリング状の光ファイバ装置17の中のその部座の進行時間に起因してまだ通しないように、設定されている。第1の時間間隔63は、リング状の光ファイバ装置17のために数百メートルが設けられている時は、例えばマイクロ秒範囲におかれる。しかし、第1の時間間隔63の間中に既に、短絡路63を介して導びかれた基準ビーム51''、52''が、出力結合されたビーム51'、52'として光検出器21に達する。出力結合されたビーム51'、52'は直接、光検出器21においてまたは第3のカプラー19において重畳できる。光検出器21により第1の時間間隔63の間中に送出される信号58—これはヘテロダイン周波数を有する—は位相比較器57においてその位相に関して評価される。第1の時間間隔63の間中に信号58の位相は、続いて第2の時間間隔64において光検出器21から送出された信号58と比較される。この信号は、出力結合されるべきビーム51'、52'により生ずる。このビームは、装置17を通過後にその部座に、第1の時間間隔63が持続する限り供給される。出力結合されるべき信号51'、52'は、出力結合された信号51'、52'として第3のカプラー19において重畳されて光検出器21へ導びかれる。第2の間隔64の間中に

の基準ビーム13''が出力結合され、第2のカプラー18により第2の部分ビーム14から第2の基準ビーム14''が出力結合される。両方の基準ビーム13''、14''は第4のカプラー71において重畳されて、基準信号70を送出する第2の光検出器72へ導びかれる。レーザ10のビーム11の周波数変調のために、変調器22から送出される変調信号23が形成される。この信号はビーム11を変調させる。その時間経過は第2図に示されている経過に相応する。変調器22は変調信号23のほかには別の信号は形成する必要はない。位相比較器25は別の制御信号を用いずに、光検出器21から送出される信号26から、および別の光検出器72から送出される基準信号から位相差を求めて、検出速度を表わす尺度として出力側27に送出する。

第6図に示された第4のカプラー71は基本的な作用のためには必要とされない。第4のカプラーは省略することもできる。この場合、両方の基準ビーム13''、14''は直接、別の光検出器72において重畳される。

全図の実施例に共通な点は、種々異なる光学的ビームが完全に光ファイバの中へ導びかれることである。レーザから送出されたビーム11、50を分割する手段12として、例えば第5のカプラー12が設けられている。このカプラーは構造が、第1のおよび第2

光検出器21から送出された信号の位相の差の検出から、第1の間隔63において送出される信号により、回転レートが求められて位相比較器57の出力側27に準備処理される。第2の時間間隔64—その長さは好適に時間間隔63に等しく選定される—の経過後に再び第1の時間間隔63が持続する。この構成により最大の測定速度が中断なく得られる。

第1図および第4図に示された本発明によるセンサの実施例において、光学的遅延素子15を、出力結合されたビーム13''、14''（第1図）の1つの中に、または出力結合されたビーム51'、52'（第4図）の中に配置できる。この構成により、光ファイバ装置17におけるビームが各々の時点において同じ周波数を有することが遅せられる。そのため異なる周波数の場合に異なるように作用する位相障害は補償される。

第6図に回転運動用の本発明によるセンサのもう1つの実施例が示されている。第1図に示されている部分と一致する同じ部分には、第1図におけるのと同じ参照符号が付されている。第6図に示されたセンサは、構成および機能において、第1図に示されたセンサに実質的に相応する。基本的な相違は、比較信号70—これと光検出器21の出力信号26が比較される—が光学的装置から得られる点にある。この目的で第1のカプラー16により第1の部分ビーム13から第1

のカプラー16、18に、および必要に応じて設けられている第3および第4のカプラー19、71に相応する。カプラー12、16、18、19、71は例えばそれぞれ端面に2つの磁子を有する。この場合、結合はビームの方向に依存することなく行なわれる。

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Claims of dependent, with indication, where appropriate, of the relevant passage	Relevant to this No.
I	<p>SPICE MILESTONE SERIES</p> <p>vol. no 8, 1960, BELLINGHAM MANUFACTURING CO.</p> <p>pages 421 - 428, 1P233006</p> <p>OPTICAL "OPTICAL RETROSCOPIC-DETECTION"</p> <p>SCHEMATIC FOR VIDEO-OPTIC MICROSCOPE</p> <p>see page 427</p>	1
A		1

Form PC/DA/210 (modification of second sheet) (July 1997)